

محمد كمال قرقناوي
$\frac{d}{dx}\int_a^x f(t) = f(x)$



مسائل في السلّم الموسيقي



$\frac{d}{dx}\int_a^x f(t) = f(x)$

محمد كمال قرقناوي

مسائل

في

السلم

الموسيقي

E-Mail: KamalKarkanawi@gmail.com

عسى أن يساهم هذا البحث في إيضاح
بعض المسائل في الموسيقا الشرقية

محمد كمال قرقناوي

مسألة
1
فيزياء الصوت

الصوت هو من العلوم الطبيعية كالضوء – الحرارة – الماء – والهواء وغير ذلك. ينشأ من حركة الاهتزازات (الموجة الصوتية) المصطدمة بجسم ما عبر وســـط صلب – سائل – غازي . فينتقل الى الأذن البشرية ويترجمها الدماغ لتحدث الحس السمعي. ولا بد من الاشارة هنا الى عامل السن في جودة السمع .
والاهتزازة (التردد)هي مجموع اهتزازات الجسم ذهابا وايابا وتقاس بالهرتز ثانية.

من خصائص الصوت هي سرعة الاهتزازات في الثانية ويعبر عنها بعدد الهزات في الثانية.
كلما زاد عدد الاهتزازات في الثانية ازدادت حدة الصوت ويسمى الصوت بالحاد
وكلما قل عدد الاهتزازات في الثانية انخفضت حدة الصوت ويسمى الصوت الثقيل
<u>يعتير ابن سينا:</u>
الصوت هو بين المحسوسات يختص بحلاوة من حيث هو نوع صوت تلتزه الحاسة ونوع آخر تكرهه.

<u>اما الأصوات عند إخوان الصفا:</u>
فينقسم الى نوعين:
حيوانية – غير حيوانية
<u>وغير الحيواني نوعان:</u>
طبيعية كصوت الحجر- الرعد – الشجر.
آلية كصوت الطبل – البوق
يشرح إخوان الصفا الطريقة التي ينتشر بها الصوت وذلك من تصادم الاجســـام في الهواء لشدة لطافته وخفة جوهره .
مثال ذلك:
إذا رميت في الماء الهادئ حجرا فلا تزال الموجة تتسع فوق سطح الماء وتتموج الى سائر الجهات وكلما اتسعت ضعفت حركتها حتى تتلاشى وتذهب.

مسألة
2
موسيقا الصوت

الموسيقا كلمة يونانية مشتقة من اسم رب الغناء "موسا" وهي تعبر عن أحاسيس ومشاعر الانسان وفكره من سعادة وحزن .
قال كونفوشيوس " إذا أردت أن تتعرف على رقي بلد ما وما يحفظه من مدنية فانظر الى موسيقاه.
قال جبران خليل جبران "الموسيقا كالمصباح تطرد ظلام النفوس وتنير القلب وتطهر أعماقه".
إن مادة الموسيقا هي الصوت وعلم الموسيقا هو من العلوم الطبيعية يعتمد على علم الرياضيات والنظريات الموسيقية للصوت.
اما فن الموسيقا فيعتمد على الجانب التطبيقي للنظريات الموسيقية حيث يهتم باسلوب العزف على الآلات الموسيقية والايقاعية والغناء.

1 صفاء الصوت الموسيقي:

من الصعوبة بمكان اعتماد قاعدة رياضية أو فيزيائية تمكننا من تحديد صفاء الصوت وهو البعد الصوتي بين درجتين في السلم الموسيقي عند عزف بعدين معا متتالين.
فقد قال **ابن سينا** عن صفاء البعد الصوتي :
البعد الصوتي الصافي هو إذا كان تردد بسط النسبة أكبر من مقام النسبة بواحد.

مثال ذلك:

1/2 2 /3 3/4 4/5

إن هذا القول يسري على بعض النسب ولا يمكن أن يكون قاعدة عامة.
أما **الفارابي** فقد اعتبر أن هناك نسبا شريفة ونسبا غير شريفة، النسبة الشريفة هي التي يكون مقامها يساوي **1**
اما النسبة الغير الشريفة فتكون نسبتها معقدة .
مثال : **13/256 32/5 15/2**

ولقد أجمع علماء اليونان على تعريف المتفق والمتنافر من الأصوات على أن **(الصوت المتفق في الموسيقا ما ترتاح إليه النفس). ولنقف** هنا عند فن الموسيقا التطبيقي، فقد أثبتت التجربة بأن كثيرا من النسب المعقدة قد ألفتها الأذن البشرية عن طريق التكرار والاعتياد مع مخالفتها للحس الطبيعي، كما هو الحال في السلم الموسيقي المعدل سواء في السلم الغربي أو العربي .

<u>2 نغمة الصوت الموسيقي:</u>

إن نوعية الصوت أو لهجة الصوت ما هي في الحقيقة سوى جرس الصوت الذي يستخدم للتمييز بين الآلات الموسيقية المختلفة .
فعندما نعزف تردد 256 هرتز على ألة البيانو ثم نعزف نفس التردد على ألة العود سوف تبدو الموجة الصوتية الصادرة عن ألة البيانو تختلف عن الموجة الصوتية الصادرة عن ألة العود، وهذا ما يسمى الجرس الموسيقي لكل منهما.
لقد **<u>عرف الفارابي</u>**("<u>النغمة الصوتية</u>" بأنها صوت لابث زمانا واحدا محسوسا ذا قدر في الجسم الذي فيه يوجد، وهذا الجسم هو الذي يتحكم في طبيعة النغمة) وقد ميز بين النغمة المفردة والنغم بالجمع ، فالنغم عنده هي الأصوات المختلفة في الحدة والثقل.
أما **<u>الأرموي</u>** فقد عرف النغمة بأنها صوت لابث زمانا على حد ما من الحدة والثقل **<u>محنون اليه بالطبع</u>** ولكل نغمة نظير من الحدة والثقل.

<u>3 إيقاع الصوت الموسيقي:</u>

عرف **<u>الأرموي</u>** الايقاع بأنه جماعة نقرات تتخللها أزمنة محدودة المقادير على نسب وأوضاع بأدوار متساوية.
اما **<u>الفارابي</u>** فقد عرف الايقاع بأنه النقلة على النغم في أزمنة محدودة المقادير والنسب

<u>4 ارتفاع الصوت الموسيقي:</u>

يتمثل بعدد الاهتزازات (التردد) وهي التي تميز كل صوت عن غيره.

<u>5 شدة الصوت الموسيقي:</u>

هو علو الصوت الموسيقي وارتفاعه دون أن يغير من شخصيته.

<u>6 زمن الصوت الموسيقي:</u>

هو أجزاء من الوقت يحدد للبعد الصوتي.

<u>لماذا تردد La4 في السلم الرابع من السلم الكبير 432هرتز</u>

في أواخر القرن الثامن عشر تقرر دوليا اعتماد موالفة La4 في السلم الرابع من السلم الكبير440 هرتز، وذلك لتوحيد صناعة الآلات الموسيقية الثابتة والغير وترية ولتسويقها عالميا. واختلف أهل علم الموسيقا حول ما يسببه هذا التردد من ضرر على الصحة النفسية للبشر. ولأن هذا التردد يثير الهيجان والعدوانية ويجعل الانسان أكثر عنفا وغباء وتوترا وكأبة.

وقد أتهم غوبلز وزيرأعلام هتلر بتبنيه اعتماد موالفةLa4 في السلم الرابع من السلم الكبير على تردد440 هرتز لما له من تأثير سلبي على التفكير والشعور النفسي وليجعل الناس سجناء إدراك ووعي معين.
ولعله أخذ بمقولة **أفلاطون** " الموسيقا جزء هام من ثقافة المجتمع فان أردت أن تسيطر على شعب فابدأ بالسيطرة على موسيقاه".
في حين إعتبر أهل علم الموسيقا تردد La4 432 هرتز في السلم الرابع من السلم الكبير يجعل الانسان منسجما مع الطبيعة ومع نفسه .وهذا التردد متوافق بنسب رياضية مع ترددات الطاقة الكونية لما لها من تأثير إيجابي على الصحة النفسية والجسدية.
إن الفرق بين تردد 440 و 432هو 8 اهتزازات لكن تأثيرها كبير على الوعي والإدراك الإنساني وتجعل الانسان في حالة استرخاء نتيجة تحرر الطاقة الطبيعي.
وقد اكتشف أن كل الآلات الموسيقية المصرية القديمة والآلات الموسيقية الإغريقية كانت موالفة La4 في السلم الرابع على تردد 432هرتز.

صفاء تردد La4 في السلم الرابع من السلم الكبير 432هرتز

إن نسبة La4 في السلم الرابع الى Do4 هي 27/16

في حالة تردد 432 هرتز:

ولمعرفة تردد Do4 نقلب النسبة الى 16/27
نضرب 432 × 16/27 = 256 عدد صحيح.
وقس ذلك على جميع درجات السلم الموسيقي حيث العدد صحيح:

Do	Si	La	Sol	Fa	Mi	Re	Do
512	486	432	384	341	324	288	256

في حالة تردد 440 هرتز:

ولمعرفة تردد Do4 نقلب النسبة الى 27/16
نضرب 440 ×27/16 = 260.74 عدد غير صحيح.
وقس ذلك على جميع درجات السلم الموسيقي حيث العدد غير صحيح:

Do	Si	La	Sol	Fa	Mi	Re	Do
521.47	494.99	439.99	391.11	347.64	329.99	293.33	*260.74*

مسألة
3
رياضيات الموسيقا

قال فيثاغورث: **" توجد هندسة في دندنة الأوتار"**
عرف ابن سينا في كتابه "الشفاء":
" الموسيقا هي علم رياضي يبحث فيه عن أحوال النغم من حيث تأتلف وتتنافر وأحوال الآزمنة المتخلله فيها ليعلم كيف يؤلف اللحن". لقد اعتمد الأوائل من أهل علم الموسيقا في تطبيق النظريات الموسيقية والبرهان عليها. على ألة تسمى"صونومتر" وهو عبارة عن صندوق خشبي مجوف يشـــد على طرفيه وترا يوضع تحته حاجز يتحرك بينهما لتجربة النظريات الموسيقية. وكانت هذه العملية لا تخلو من الصعوبة وعدم الدقة .
أما هنا فسنستخدم نسب الاهتزازات الصوتية لأبعاد السلالم في تطبيق النظريات الموسيقية وليس على أساس طول الوتر وعلاقته بالنسب الوترية.
إن عمليات الجمع والقسمة عملية شاقة لاسيما مع الأعداد الكبيرة لذا فقد تم استخدام التابع اللوغارتمي (لغ) حيث يحول عمليات الجمع والقسمة الى عملية ضرب.

1 جمع نسبتين:

1/9 + 1/10 = نطرح البسط من مقام النسبة الأولى حيث 8/9
نطرح البسط من مقام النسبة الثانية حيث 9/10
نقلب عملية الجمع الى عملية ضرب حيث
نضرب مقام النسبة الأولى في مقام النسبة الثانية ونضعها مقاما للنسبة الجديدة
نضرب بسط النسبة الأولى في بسط النسبة الثانية ونضعها بسطا للنسبة الجديدة
مثال:
8/9 × 9/10 =27 90/ وبالاختزال = 4/5 = 1/5

2طرح نسبتين:

مثال:
1/3 – 1/9 = نطرح البسط من مقامه في النسبة الأولى فيصبح 3/2
نطرح البسط من مقامه في النسبة الثانية فيصبح 8/9
نقلب عملية الطرح الى عملية ضرب حيث:
نضرب بسط النسبة الأولى في مقام النسبة الثانية ونضعها بسطا للنسبة الجديدة
نضرب مقام النسبة الأولى في بسط النسبة الثانية ونضعها مقاما للنسب الجديدة
مثال :
3/2 × 8/9 = 24/18 وبالاختزال = 3/4 = 1/ 4

3 لمعرفة عدد الكومات لنسبة ما :

الصيغة الرياضية = لغ (النسبة) × عدد كومات السلم ÷ لغ(2)

مثال : ما هو عدد كومات نسبة 3/2 و3/4و8/9 في سلم 53 كوما.

ـ لغ(2/3) × 53 ÷ لغ (2) = 31 كوما

ـ لغ(4/3) × 53 ÷ لغ (2) = 22 كوما

ـ لغ(9/8) × 53 ÷ لغ (2) = 9 كوما

4 لمعرفة نسبة الكوما :

الصيغة الرياضية = 2 مرفوع الى (عدد الكوما ÷ عدد كومات السلم)

مثال: ما هي نسبة الكوما 3 في سلم 53 كوما

2 مرفوع الى نسبة (3/53) = 1.04

وبالتحويل الى صيغة الكسر = 25/26

5 لزيادة أو نقص تردد بنسبة ما:

مثال: زيادة تردد 432 بنسبة 1/4

متمم نسبة 1/4 حيث 3/4 ومقلوب الكسر = 4/3

نضرب 432× 4/3 = 576

مثال: نقص تردد 432 بنسبة 4/1

متمم نسبة 1/4 حيث 3/4

نضرب 432 × 3/4 = 324

6 لمعرفة سلم الكوما:

مثال: ما هو سلم الكوما إذا كانت نسبة 26/1 = 3 كوما

لغ(2)÷لغ(25/26)×3 = 53 وهو سلم 53 كوما

7 لمعرفة عدد كومات نسبة بعد ما في سلم ذي الكوما:

الصيغة الرياضية = لغ(النسبة) ÷ لغ(2) × عدد كومات السلم

مثال: ما هو عدد كومات نسبة البعد 9/1 في سلم 53 كوما.

لغ(9/8) ÷ لغ(2) × 53 = 9 كوما

مسألة
4
وحدة قياس السنت
قياس أبعاد السلم الموسيقى القياسى بالسنت

المعروف حسابيا : كلما صغرت وحدة قياس الأشياء كانت نتيجة القياس أكثر دقة.
على هذا فقد استخدم أهل علم الموسيقا الشرقية "الكوما" كأصغر وحدة قياس لأبعاد السلم الموسيقي الشرقي.
أما أهل علم الموسيقا الغربية فقد استخدم "السنت" كأصغر وحدة قياس لأبعاد السلم الموسيقي الغربي. وتم تكوينه من 1200 سنت قسمت الى أبعاد متساوية حيث:
البعد الكامل = 200 سنت × 5 أبعاد = 1000 سنت
نصف البعد = 100 سنت × 2بعدين = 200 سنت
ربع البعد = 50 سنت × 24 بعد = 1200 سنت في السلم الشرقي المعدل

حساب أبعاد السلم الموسيقى القياسى على 1200 سنت

الدرجة	النسـبة		
Do			= 0 سنت
Re	9/8	= لغ (9/8) × 1200 ÷ لغ(2)	= 203.91 سنت
Mi	81/64	= لغ (81/64) × 1200 ÷ لغ(2)	= 407.82 سنت
Fa	4/3	= لغ (4/3) × 1200 ÷ لغ(2)	= 498.04 سنت
Sol	2/3	= لغ (3/2) × 1200 ÷ لغ(2)	= 701.95 سنت
La	16/27	= لغ (27/16) × 1200 ÷ لغ(2)	= 905.86 سنت
Si	243/128	= لغ (243/128) × 1200 ÷ لغ(2)	= 1109.77سنت
Do	1/2	= لغ (1/2) × 1200 ÷ لغ(2)	= 1200.00سنت

وللتخلص من عملية تقريب الأعداد الى أعداد صحيحة.
فقد رأيتُ أن يتكون السلم من 342 سنت بدلا من 1200سنت لأنه يعطينا أبعادا بالسنت بدون تقريب .

حساب أبعاد السلم الموسيقي القياسي على 342 سنت

الدرجة	النسـبة		
Do			= 0 سنت
Re	9/8	= لغ (9/8) × 342÷ لغ(2)	= 58 سنت
Mi	81/64	= لغ (81/64) × 342 ÷ لغ(2)	= 116 سنت
Fa	4/3	= لغ (4/3) × 342 ÷ لغ(2)	= 142 سنت
Sol	3/2	= لغ (3/2) × 342÷ لغ (2)	= 200 سنت
La	27/16	= لغ (27/16) × 342 ÷ لغ(2)	= 258 سنت
Si	243/128	= لغ (243/128) × 342 ÷ لغ(2)	= 316 سنت
Do	1/2	= لغ (1/2) × 342 ÷ لغ(2)	= 342 سنت

حساب أبعاد السلم الموسيقي الغربي المعدل 12 بعداً 1200 سنت

الدرجة	النسبة		سنت
Do #	2119/2000	= لغ (2119/2000) × 1200÷لغ(2)	= 100
Re	449/400	= لغ (449/400) ×1200÷لغ(2)	= 200
Re #	2973/2500	= لغ (2500/2973) ×1200÷لغ(2)	= 300
Mi	63/50	= لغ (63/50) ×1200÷لغ(2)	= 400
Fa	267/200	= لغ (267/200) ×1200÷لغ(2)	= 500
Fa #	707/500	= لغ (707/500) ×1200÷لغ(2)	= 600
Sol	749/500	= لغ (749/500) ×1200÷لغ(2)	= 700
Sol#	397/250	= لغ (397/250) ×1200÷لغ(2)	= 800
La	841/500	= لغ (841/500) ×1200÷لغ(2)	= 900
La #	891/500	= لغ (891/500) ×1200÷لغ(2)	= 1000
Si	236/125	= لغ (236/125) ×1200÷لغ(2)	= 1100
Do	1/2	= لغ (2/1) ×1200÷لغ(2)	= 1200

حساب أبعاد السلم الموسيقى العربى المعدل 24 بعداً 1200سنت

الدرجة	النسبة		سنت
Do			= 0
1/4	35/34	= لغ (35/34)×1200÷لغ(2)	= 50
1/2	2119/2000	= لغ (2119/2000)×1200÷لغ(2)	= 100
3/4	11/12	= لغ (12/11)×0021÷لغ(2)	= 150
Re	449/400	= لغ (449/400)×1200÷لغ(2)	= 200
1/4	200/231	= لغ (200/231)×1200÷لغ(2)	= 250
1/2	2973/2500	= لغ (2500/2973)×1200÷لغ(2)	= 300
3/4	153/125	= لغ (153/125)×1200÷لغ(2)	= 350
Mi	63/50	= لغ (63/50)×1200÷لغ(2)	= 400
1/4	162/125	= لغ (162/125)×1200÷لغ(2)	= 450
Fa	267/200	= لغ (200/267) × 1200÷لغ(2)	= 500
1/4	687/500	= لغ (687/500) × 1200÷لغ(2)	= 550
1/2	707/500	= لغ (707/500) × 1200÷لغ(2)	= 600
3/4	125/182	= لغ (182/125) × 1200÷لغ(2)	= 650
Sol	749/500	= لغ (749/500) × 1200÷لغ(2)	= 700
1/4	771/500	= لغ (771/500) × 1200÷لغ(2)	= 750
1/2	397/250	= لغ (397/250) × 1200÷لغ(2)	= 800
3/4	817/500	= لغ (817/500) × 1200÷لغ(2)	= 850
La	841/500	= لغ (841/500) × 1200÷لغ(2)	= 900
1/4	250/433	= لغ (433/250) × 1200÷لغ(2)	= 950
21/	891/500	= لغ (891/500) × 1200÷لغ(2)	= 1000
3/4	917/500	= لغ (917/500) × 1200÷لغ(2)	= 1050
Si	236/125	= لغ (236/125) × 1200÷لغ(2)	= 1100
1/4	243/125	= لغ (243/125) × 1200÷لغ(2)	= 1150
Do	1/2	= لغ (2/1) × 1200÷لغ(2)	= 1200

مسألة

5

الكوما "Comma" الموسيقية

الكوما هي كلمة لاتينية- يونانية تعني **"الفاصلة"** وهي وحدة قياس الأبعاد الموسيقية المكونة لسلالم المقامات الشرقية ، وتستخدم في تقسيم "البعد بالكل" (الأوكتاف)الى مسافة صوتية صغيرة وكل مسافة تساوي عددا محددا من الكومات،ولها أكبر الأثر في نكهة وشخصية سلالم المقامات الشرقية، في حين ينكر أهل علم الموسيقا الغربية هذا التأثير بداعي عدم إمكانية الأذن البشرية تمييزها.

ليس هناك اتفاق بين أهل علم الموسيقا الشرقية على تحديد نسبة الكوما الواحدة في السلم الشرقي لأن هناك نسب مختلفة وعديدة لكوما ت السلالم الموسيقية وفق أنظمة الكوما المستعملة في تاريخ الموسيقا العالمية منها كمثال :

سـلم 72 كوما
سـلم 59 كوما
سـلم 53 كوما
سـلم 47 كوما
سـلم 68 كوما وغيره .

إن تحديد أبعاد درجات السلم الموسيقي بواسطة علامات التحويل المستخدمة حاليا لا تعبر عن الأبعاد الحقيقية لأن كل علامة تحويل تختلف نسبها من سلم مقام الى سلم مقام أخر لأنها لا تستند الى مقياس رياضي .

وفي النهاية فان الصوت محكوم بنسبة معينة وبالتالي بتردد معين.

وأدق مقياس رياضي لتحديد أبعاد سلالم المقامات الشرقية قد تم التوافق عليه **هو " الكوما"**

تعريف الكوما :

يمكن تعريف الكوما الطبيعية (في السلم الطبيعي). بأنها نسبة التردد الاهتزازي بين درجتين متتاليتين، هذا التعريف ينطبق حتى على البعد الطنيني .ولكل سلم في نظام الكوما له نسبة كوما خاصة به.

مثال :

أكبر كوما طبيعية : هي نسبة التردد الاهتزازي بين بعد 3/2 وبعد 3/4 = 8/9 وهي نسبة البعد الطنيني

مثال :

أصغر كوما طبيعية: هو نسبة التردد الاهتزازي بين بعد 8/9 وبعد 9/10 = 1/81

هل البعد الطنيني يساوي تسع كومات طبيعية بنسبة 1/81

لقد اعتمد بعض أهل علم الموسيقا على أن البعد الطنيني يساوي 9 كوما في سلم 53 باعتبار الكوما = 1/81وأسسوا على ذلك كافة أبعاد سلالم المقامات الشرقية. أما رياضيا فقد ثبت بأن البعد الطنيني ينقص نصف كوما أي يساوي 8.5 كوما في البعد الطنيني في سلم 53 كوما وفق الجدول التالي:

جدول يبين جمع تسع كومات بنسبة 80/81 سلم 53 كوما

كوما	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	80	80	80	80	80	80	80	80	52
	81	81	81	81	81	81	81	81	53
									x
		40.8	27.3	20.6	16.6	13.2	12.0	10.6	9.0 X

من خلال دراسة الجدول أعلاه تبين أن الكوما التاسعة في البعد الطنيني قد نقصت نصف كوما كما هو مبين عند إشارة **x** .
وحتى لا يُلجأ الى تقسيم الكوما الى أرباع الكوما وغيرها من التقسيمات لتجاوز فرق نصف الكوما الناقصة حسابيا في الطنيني.
فان الحل الصحيح لهذا الفرق هو أن نقسم البعد الطنيني على نسبة جديدة بحيث ينقسم الى تسع كومات وفق المعادلة التالية:
2 مرفوع الى (1/53) النتيجة تساوي نسبة 76/77 وهي نسبة الكوما التي تقسم سلم 53 كوما الى تسع كومات كاملة وفق الجدول التالي:

جدول يبين جمع تسع كومات بنسبة 76/77 سلم 53 كوما

كوما	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	77	38.8	26.0	19.6	15.8	13.2	11.4	10.1	x 9.0

من خلال دراسة الجدول أعلاه تبين أن الكوما التاسعة قد أتمت نسبة 1/9 وبنسبة (1/77) لكوما سلم 53 كوما كما هو واضح عند إشارة x .

تحديد نسبة كل كوما في سلم 53 كوما على أساس نسبة الكوما 1/77

يتم تحديد نسبة كل كوما بتحويل العدد العشري الى كسر وفق التالي

كوما	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	77	77	77	77	77	77	77	77	77
تحويل		153							
عدد عشري		38.8	26.0	19.6	15.8	13.2	11.4	10.1	9.0
الى									
كسر		1	1	5	5	5	5	1	1
		39	26	98	79	66	57	10	9
كوما			10	11	12	13	14		
			76	76	76	76	76		
			77	77	77	77	77		
تحويل									
عدد عشري			8.2	7.5	6.9	6.4	6.0		
الى									
كسر			5	2	10	5	1		
			41	15	69	32	6		

تحديد نسبة الكوما وعددها في البعد الطنيني في أنظمة سلم الكومات

تحسب نسبة وعدد الكوما وفق الأمثلة التالية:

سلم 36 كوما :

2 مرفوع الى (1/36)= 1/51 نسبة الكوما وعددها (6) في البعد الطنيني.

سلم 47 كوما :

2 مرفوع الى (1/47)= 1/68 نسبة الكوما وعددها (8) في البعد الطنيني.

سلم 53 كوما :

2 مرفوع الى (1/53)= 1/77 نسبة الكوما وعددها (9) في البعد الطنيني.

سلم 59 كوما :

2 مرفوع الى (1/59)= 1/85 نسبة الكوما وعددها (10) في البعد الطنيني.

سلم 72 كوما :

2 مرفوع الى(72/1)= 1/103 نسبة الكوما وعددها (12) في البعد الطنيني.

ويمكن تطبيق هذه المعادلة على أي سلم الكومات المطلوب إجراء البحث حوله.

حساب عدد السنتات للكوما ت

مثال : على أساس 1200 سنت

ما هو عدد السنتات للكوما الثالثة ونسبتها = 26/1 والنسبة الاهتزازية = 25/26

الحل = لغ (25/26) × 1200 ÷ لغ(2) = 67.9 بالتقريب = 68 سنت

مثال : على أساس 342 سنت

ما هو عدد السنتات للكوما الثالثة ونسبتها = 1/26 والنسبة الاهتزازية = 26/25

الحل = لغ (25/26) × 342 ÷ لغ(2) = 19 سنت

جدول نسب الكومات في سلم 53 كوما ومعادلها بالسنت

عدد الكوما	النسبة		متمم حالة خفض		طنيني	1200سنت	342 سنت
1	1	+	1	=	1	23	6
	77		10		9		
2	5	+	2	=	1	46	13
	189		23		9		
3	1	+	5	=	1	68	19
	26		66		9		
4	5	+	5	=	1	90	26
	98		79		9		
5	5	+	5	=	1	113	32
	79		98		9		
6	5	+	1	=	1	136	39
	66		26		9		
7	2	+	1	=	1	157	45
	23		39		9		
8	1	+	1	=	1	182	52
	10		77		9		
9	1	+	1	=	1	204	58
	9		1		9		
10	5					225	64
	41						
11	2					248	70
	15						
12	10					271	77
	69						
13	5					294	84
	32						
14	1					316	90
	6						

نلاحظ : عند تطبيق عدد سنتات سلالم المقامات على أساس 1200 سنت في بعض المقامات يزيد أو ينقص مجموعها عن 1200 سنت . أما عند تطبيق عدد سنتات سلالم المقامات على أساس 342 سنت فيأتي مجموعها 342 دون زيادة أو نقصان

حالة : ـــ متمم حالة وجود اشارة تحويل فى درجتين متتاليتين

ـــ نجمع عدد كوما درجة علامة التحويل مع عدد كوما الدرجة السابقة لها.

ـــ نأخذ النسبة الموازية للمجموع كما في الجدول أعلاه.

ـــ نضرب النسبة الموازية في التردد القياسي المقابل لدرجة علامة التحويل

مجموع درجة التحويل مع الدرجة السابقة	*النسبة*	*1200سنت*	*342سنت*
20	12	151	43
	11		
19	13	139	39
	12		
18	16	112	32
	15		
17	19	94	27
	18		
16	25	71	20
	24		
15	39	45	13
	38		
14	69	25	7
	68		

مثال:

Fa	*Mi*	*Re*	
13	5	القرار	كوما
341	324	288	تردد قياسي
32	79		نسبة
27	74		الكوما
364	307	288	
♯	♭		علامة التحويل
16	93		نسبة
15	98		الكوما
364	307	288	

تطبيق: كوما درجة التحويل = 13 +الكوما السابقة وهي 5 = 18 كوما.

نسبة 18 كوما في الجدول أعلاه = 16/15

نضرب التردد القياسي المقابل للكوما 13 = 341×(16/15) =364

مسألة
6
السلم الطبيعي

السلم الطبيعي يعبر عنه اسمه لأن تكوينه صادر عن نسب موجودة في الطبيعة كأولويات رياضية : مثل النصف والثلث والربع والخمس والتسع.
هنا لن نبحث تكوينه الطبيعي بواسطة آلية قسمة الوتر والصونومتر بل سنعتبر صوت تردد الدرجة الأولى Do في سلم ما يصدر بتردد 562 ونبني عليه النتائج

النتيجة الأولى :

إن البعد بين صوت قرار السلم وصوت جوابه يسمى "البعد بالكل" (الأوكتاف) وهما صوتان متحدان تربط بينهما نسبة 1/3 " النصف" 2/1 اهتزازية كالتالي :
صوت الجواب يصدر :عن تردد 256 القرار × 2/1 = 512 وهوDo الجواب.
صوت القرار يصدر :عن تردد 512 القرار × 2/1= 256 وهو Do القرار.
عليه فقد نتج : Do القرار تردد 256
Do الجواب تردد 512

النتيجة الثانية :

نقسم " البعد بالكل" (الأوكتاف) بنسبة 1/3 "الثلث" 2/3نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار 256Do × 2/3 = 384 وهو تردد صوت الثابت"Sol".
عليه فقد نتج :Sol الثابت تردد 384

النتيجة الثالثة :

نقسم " البعد بالكل" (الأوكتاف) بنسبة 1/4 "الربع" 4/3 نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار256 Do × 4/3 = 341 وهو ترد د تحت الثابت "Fa".
عليه فقد نتج : Fa تحت الثابت تردد 341

النتيجة الرابعة :

نقسم " البعد بالكل"(الأوكتاف) بنسبة 1/5 "الخمس" 5/4نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار 256Do× 5/4 = 320 وهو تردد صوت الأوسط "Mi".
عليه فقد نتج : Mi صوت الأوسط تردد 320

النتيجة الخامسة :

إن الفرق (الفضل) بين نسبة 1/3 و 1/4 وفق(حساب الطرح في المسألة 3) هو:
3/2 × 3/4 = 8/9 = 1/9 وهي نسبة البعد الطنيني .
نقسم " البعد بالكل" (الأوكتاف) بنسبة 1/9 "الخمس" 8/9 نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار 256 Do × 8/9 = 288 وهو تردد فوق القرار "Re".
عليه فقد نتج : Re صوت الأوسط تردد 288
عند هذه النتائج الخمس اعتبرها أهل علم الموسيقا هي جنس أول في السلم الطبيعي وأسموه (الجناح) وأضافوا هذا الجنس (الجناح) بعد البعد الطنيني وهو درجة Sol فأصبح السلم الطبيعي يتألف من جنسين يفصل بينهما البعد الطنيني نسبة 1/9

لقد شكلوا السلم الطبيعي بالطريقة أعلاه لكنهم لم يبرهنوا على هذه الطريقة رياضيا وبما أننا عرفنا السلم ب "الطبيعي" فيجب أن يُكون نفسه رياضيا.فلنتابع بقية النتائج.

النتيجة السادسة :

لقد قسمنا سابقا "البعد بالكل " (الأوكتاف) الى الأوليات الرياضية وهي :
2/1 -1/3 -1/4 -1/5 1/9 ووصلنا الى نسبة الثلث وهي درجة Sol تردد 384
وسنعتبرها درجة قرار جديدة ذات تردد 384
الآن سنطبق هذه الأولويات الرياضية على "البعد بالثلث"(العقد).
نقسم " البعد بالثلث " (العقد) بنسبة 1/4"الربع" 4/3 نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار Sol 384 × 4/3 = 251 وهو تردد صوت الجواب "Do".
عليه فقد نتج : Do صوت الجواب تردد 512

النتيجة السادسة :

نقسم " البعد بالثلث " (العقد) بنسبة 1/5 "الخمس" 5/4 نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار Sol 384 × 5/4 = 480 وهو تردد تحت الجواب "Si".
عليه فقد نتج : Si تحت الجواب تردد 480

النتيجة السابعة :

نقسم " البعد بالثلث " (العقد) بنسبة 1/9"التسع" 9/8 نسبة اهتزازية كالتالي:
نضرب تردد القرار Sol 384 × 9/8 = 432 وهو تردد فوق الثابت "La".
عليه فقد نتج : La فوق الثابت تردد 243 .
الآن نرتب النتائج لنحصل على السلم الطبيعي :

جدول يبين ترددات ونسب السلم الطبيعي

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
	9	10	16	9	9	10	*16*
	8	9	15	8	8	9	*15*
256	288	320	341	384	432	480	*512*

اقتراح :

(لقد ارتأيت أن يسمى البعد الطنيني ب "البعد الفاضل" للأسباب التالية:
أولا : لأنه الفضل بين الجنس والعقد = نسبة العقد 2/3 ـ نسبة الجنس3/4 = 1/9
ثانيا : له الفضل في قسمة سلم المقام الى جنسين جنس أول وجنس ثاني .
ثالثا : له الفضل في إظهار شخصية خاصة لكل سلم المقام بانتقاله الى أول أو وسط أو آخر سلم المقام) .

مسألة
7
سلم فيثاغورث (القياسى)

قسم فيثاغورث السلم الموسيقي رياضيا وفق الأولويات الرياضية وهي النصف والثلث والربع والتسع كما يلي :

نتيجة أولى :

البعد بين صوت قرار السلم وجوابه يسمى "البعد بالكل"(الأوكتاف).
بفرض الدرجة الأولى القرار Do في سلم ما = 256 تردد
صوت الجواب يصدر عن تردد 256× 1/2 = 512 وهو تردد Do الجواب.
نقسم "البعد بالكل" (الأوكتاف) على نسبة 1/3 الثلث =2/3 نسبة اهتزازية بأن نضرب تردد القرار Do تردد 256 × 2/3 = 384 وهو تردد درجة Sol.
إذا درجة Sol = تردد 384

نتيجة ثانية :

نقسم "البعد بالكل"(الأوكتاف) على نسبة 1/4"الربع" = 4/3 نسبة اهتزازية بأن نضرب تردد القرار Do تردد 256 × 4/3 = 341 وهو تردد درجة Fa.
إذا درجة Fa = تردد 341

نتيجة ثالثة :

إن الفرق بين نسبة 1/3 و نسبة 1/4 وفق (طرح نسبتين في المسألة 3) هو:
2/3 × 3/4 = 8/9 = 1/9 وهي نسبة البعد الطنيني (البعد الفاضل)

نتيجة رابعة :

نضرب تردد القرار Do 256 × 9/8 = 288 وهو تردد درجة Re.
إذا درجة Re = تردد 288

نتيجة خامسة :

نضرب تردد درجة Re 288× 9/8 = 324 وهو تردد درجة Mi.
إذا درجة Mi = تردد 324

نتيجة سادسة :

حتى نحصل على نسبة درجة Fa
نجمع نسبة درجة Re 8/9 مع نسبة درجة Mi 8/9 كالتالي:
8/9 × 8/9 = 64/81
نطرح من نسبة درجة Fa في السلم 1/4 مجموع نسبتي درجة Re ودرجة Mi .
3/4 × 64/81 = 256/243 = 243 /256 وهو نسبة درجة Fa.
وهكذا حصلنا على النسب أدناه وهي الجنس الأول من سلم فيثاغورث :
13/256 1/9 1/9

نتابع تكوين سلم فيثاغورث

نتيجة سابعة :

بما أننا وصلنا إلى نسبة الثلث عند درجة Sol تردد 384
سنطبق على" البعد بالثلث" (العقد) كما طبقنا على " البعد بالكل"(الأوكتاف)
نقسم" البعد بالثلث" على نسبة 1/4 (الربع) 4/3 نسبة اهتزازية بأن نضرب
تردد Sol 384 × 4/3 = 512 وهو تردد صوت الجواب Do

نتيجة ثامنة :

نقسم " البعد بالثلث" (العقد) على نسبة 1/9 = 9/8 نسبة اهتزازية بأن نضرب
تردد Sol 384 × 9/8 = 432 وهو تردد صوت فوق الثابت La
إذا درجة La = تردد 2 43

نتيجة تاسعة :

نضرب درجة La تردد 432 × 9/8 = 486 وهو تردد تحت الجواب Si

نتيجة عاشرة :

حتى نحصل على نسبة درجة Do الجواب :
نجمع نسبة درجة La مع نسبة درجة Si
8/9 × 8/9 = 64/81
وبما أن نسبة Sol في السلم = 1/3 ونسبة Do في السلم = 1/2
نطرح من نسبة 3/4 مجموع نسبتي La و Si وهي نسبة 64/81
3/4 × 64/81 = 256/243= 243/256 وهي نسبة تردد Do الجواب.

جدول يبين نسب وترددات سلم فيثاغورث (القياسي)

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
	9	9	256	256	9	9	256
	8	8	243	243	8	8	243
256	288	324	341	384	432	486	512

مسألة
8
أنظمة سلالم الكوما

لا يمكن القول بأن درجة ما في السلم الموسيقي يصدر صوتها بخفضها بيمول أو رفعها دييز دون معرفة اهتزازات (ترددات) هذا الصوت لأن أي صــوت يصدر من أي مصدر طبيعي أو صنعي له اهتزازات (ترددات) سواء كان صافيا أو نشاذا.

لقد قامت علوم الرياضيات وعلوم الموسيقا بهذه المهمة وظهر مفهوم سـلالم أنظمة الكوما لقياس الأبعاد الصوتية وتردداتها بين درجات السلالم الموسيقية .

وعليه عكف أهل علم الموسيقا على دراسة هذه السلالم التي تعتمد على أنظمة الكوما وبحثوا فيها طويلا من الزمن بين قبول سلم لسبب ما ورفض سلم لسبب آخر وعللوا ذلك وفق آرائهم دون الاعتماد على أسس عملية أو قاعدة رياضية.

ونحن هنا في هذا البحث سنعتمد وفق الحسابات الرياضية صلاحية أي سلم كوما للتطيق العملي وفق القاعدة والشروط التالية مجتمعة :

الشرط الأول : يجب أن يكون عدد كومات الطنيني عددا فرديا للسلم المفترض

الشرط الثاني : بما أن السلم (الأوكتاف) = 6 أبعاد طنينية ناقص كوما واحدة حيث عدد كومات السلم المفترض= 6 × عدد كومات الطنيني ناقص كوما واحدة . ويجب أن يكون عدد كومات السلم عددا فرديا

مثال: لنعتمد كومات البعد الطنيني(الفاضل) = 7 كوما

فيكون عدد كومات السلم = 6 ×7 = 42 ـ 1 = 41 كوما عدد فردي

الشرط الثالث : يجب أن تكون النسبة الاهتزازية لعدد الكومات بعد طرح كومات الطنيني من عدد كومات جنس السلم المفترض = 27/32

مثال: إن عدد كومات الجنس لسلم41 كوما = 17 كوما ــ 7 كوما= 10 كوما

ويجب أن يكون عدد الكومات عددا فرديا . هنا العدد زوجي لا يصلح.

لاستخراج النسبة الاهتزازية 27/32 نطبق 2 مرفوع الى(41 ÷ 10)= 27/32

الشرط الرابع : يجب أن يكون مجموع نسبة كوما السلم (الأوكتاف) = نسبة البعد الطنيني(الفاضل) وهي نسبة 1/9وتحسب كالتالي:

2 مرفوع الى (نسبة كوما السلم)×عدد كومات الطنيني

2 مرفوع الى (1 ÷ 41)× 7 = 1.24= 1/9

مثال تطبيقي : على سلم 77 كوما المفترض

كوما سلم 77 كوما = 2 مرفوع الى (1/77) = 1/112

ـ نجمع نسبة 1/112 + 1/112 + 1/112 وفق(حساب مسألة 3) حتى نصل الى نسبة الطنيني وهي 1/9 وبذلك نحصل على 13كوما في الطنيني.

ـ **للتأكد** : نجري الصيغة التالية:

2 مرفوع الى (نسبة كوما السلم)×عدد كومات الطنيني

2 مرفوع الى (77 ÷ 1)× 13 = 1.24 = 1/9

تكوين الجنس بالكومات للسلم (الأوكتاف) المفترض

البعد الكبير = البعد الطنيني(الفاضل). **البعد الصغير**= البقية

يتألف الجنس:من **بعدين كبيرين + بعد واحد صغير**

لمعرفة عدد كومات الجنس الأول للسلم المفترض وهو سلم 77 كوما كمثال :

ـ نضرب عدد الكومات التي حصلنا عليها في المثال التطبيقي أعلاه 13 كوما في 5 أبعاد كبيرة. 13× 5 = 65 كوما

ـ نطرح 77ـ 65 = 12 كوما وهي قيمة البعدين الصغيرين

ـ نقسم 12÷ 2 = 6 وهو البعد الصغير

ـ كي نحصل على عدد كومات الجنس الأول نضرب عدد كومات البعد الطنيني (الفاضل) في السلم المفترض وهو سلم 77 كوما وهي 13 ضرب البعدين الكبيرين: 13 × 2 = 26 نجمع 26 + 6 البعد الصغير = 32 كوما وهي كومات الجنس

ملاحظة : يجب أن يكون عدد كومات الجنس عددا صحيحا.

تعليق :

لقد حصل جدال وأبحاث سواء كانت نظرية أو عملية حول أدق سلالم الكوما لتطبيق المقامات الشرقية، **(للتوضيح فقط)** فقد وضعت القاعدة أعلاه لتكوين سلالم نظام الكوما بحيث تؤدي المقامات الشرقية بكل دقة ، وأنا على يقين بأن هذا البحث لن يغير من توافق أهل فن الموسيقا من استخدام سلم 53 كوما واعتماده عمليا حيث لا يوجد بديل عنه. **(وهنا أثبت فقط وليس للإستغناء عن سلم 53 كوما)** بأن هناك سلالم عدة تؤدي نفس الغرض في حال طبقت القاعدة والشروط أعلاه لتكوين سلم الكومات المفترض. هذا ما اقتضى التنويه عنه للواقع الموسيقي الحالي.

لائحة نسب علامات التحويل لمقادير كومات سلم 77 كوما

النسبة	عدد الكومات	الوظيفة	المقدار
5/99	6	خفض	نصف درجة
5/78	7	خفض	نصف درجة
10/129	9	خفض	ربع درجة
10/117	10	خفض	ربع درجة
111/112	8	خفض	كوما
8/9	13		درجة كاملة
6/5	20	رفع	نصف درجة
32/27	19	رفع	نصف درجة
37/32	16	رفع	ربع درجة
112/111	14	رفع	كوما

نماذج سلالم المقامات الشرقية وتردداتها وفق سلم 77 كوما

سلم مقام الراست

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	13	10	9	13	13	10	9
	9	117	129	9	9	117	129
	8	107	119	8	8	107	119
256	288	315	341	384	432	472	512

سلم مقام العجم

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	13	13	6	13	13	13	6
	9	9	99	9	9	9	99
	8	8	94	8	8	8	94
256	288	324	341	384	432	486	512

سلم مقام النـهوند

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	13	6	13	13	7	19	6
	9	99	9	9	78	32	99
	8	94	8	8	73	27	94
256	288	303	341	384	410	486	512

سلم مقام الكرد

Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	6	13	13	13	6	13	13
	99	9	9	9	99	9	9
	94	8	8	8	94	8	8
288	303	341	384	432	455	512	576

سلم مقام الحجاز

Re	MI	Fa	So	La	Si	Do	Re
كوما	7	19	6	13	10	9	13
	78	32	99	9	117	129	9
	73	27	94	8	107	119	8
288	308	365	384	432	472	512	576

سلم مقام الصبا

Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	9	10	7	19	6	13	13
	129	117	78	32	99	9	9
	119	107	73	27	94	8	8
288	312	341	365	432	455	512	576

مسألة
9
علامات التحـويل

إن علامات التحويل المستخدمة في تدوين الموسيقا الشرقية لا تعبر بشكل صحيح ودقيق عن مقدار خفض أو رفع الدرجة في سلم 53 كوما ولا تتعدى عن كــونها اصطلاحات محفوظة في ذهن عازف أو قارئ المدونة الموسيقية (النوت) يتم استدعاءها من حافظته للمقام لدى قراءته لدليله.

علامات التحويل المقترحة مع النسبة الاهتزازية لسلم 53 كوما كالتالي :

لائحة علامات التحويل الصحيحة عن مقادير كومات سلم 53 كوما

كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار	كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار
2		21/23	خفض	3/2 درجة 2كوما	10		77/76	رفع	4/1دييز
3		61/66	خفض	3/2 درجة 3كوما	11		184/189	رفع	2/1دييز
4		74/79	خفض	2/1درجة 5كوما	12		25/26	رفع	4/3دييز
5	♭	93/98	خفض	2/1درجة 4كوما	13	♯	93/98	رفع	دييز 4كوما
6		25/26	خفض	4/1درجة 6كوما	14		74/79	رفع	دييز 5كوما
7		184/189	خفض	4/1درجة 7كوما	15		61/66	رفع	دييز6كوما
8		76/77	خفض	9/1درجة 1كوما					

لندرس سلالم المقامات الشهيرة التالية:

سلم مقام العجم **"السلم القياسي"** (سلم فيثاغورث) الدرجات ثابتة بدون علامات تحويل

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	القرار	9	9	4	9	9	9	4
علامة اصطلاحية								
علامة صحيحة								

سلم مقام النهوند

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	القرار	9	4	9	9	5	13	4
علامة اصطلاحية			♭			♭		
علامة صحيحة			♭			♭		

سلم مقام الراست

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	القرار	9	7	6	9	9	7	6
علامة اصطلاحية			𝄳				𝄳	
علامة صحيحة			𝄳				𝄳	

سلم مقام الكرد

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	لقرار	4	9	9	9	4	9	9
علامة اصطلاحية		♭				♭		
علامة صحيحة		♭				♭		

سلم مقام البيات

	Re	MI	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	6	7	9	9	4	9	9
علامة اصطلاحية		𝄳				♭		
علامة صحيحة		𝄳				♭		

سلم مقام الحجاز

	Re	MI	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	5	13	4	9	7	6	9
علامة اصطلاحية		♭	♯			𝄳		
علامة صحيحة		♭	♯			𝄳		

سلم مقام الصبا

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	6	7	5	13	4	9	9
علامة اصطلاحية		𝄳		♭		♭		
علامة صحيحة		𝄳		♭		♭		

سلم مقام السيكا

	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
كوما	القرار	6	9	9	7	6	9	7
علامة اصطلاحية	𝄳				𝄳			
علامة صحيحة	𝄳				♭̸			

سلم مقام الهزام

	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
كوما	القرار	6	9	5	13	4	9	7
علامة اصطلاحية	𝄳			♭				𝄳
علامة صحيحة	𝄳			♭				♭̸

حالات علامات الخفض

نلاحظ في سلم مقام النهوند:

إن علامة الخفض(بيمول) قد استخدمت مع الكوما 4 و5 بذات مقدار الخفض بالرغم من أن الفرق بينهما يساوي كوما واحدة و هذا خطأ كبير لا يمكن تجاوزه.

__ لقد حدد أهل علم الموسيقا علامة تحويل البيمول كالتالي:

البيمول (خفض نصف درجة) = 4 كوما

وهذا أيضا خطأ مثال:

إن البعد بين درجة Re ودرجة Mi = 9 كومات . فعندما نضيف الى درجة Re 4 كومات مقدار (البيمول المعتمد لديهم) . يبقى من البعد (9 كومات) 5 كومات وهي المقدار الحقيقي لخفض البيمول ، إذا عندما نضيف الى درجة ما 4 كومات فان قيمة البيمول الخافض للدرجة التي تليها تساوي 5 كومات. وعندما نضيف الى درجة ما 5 كومات فان قيمة البيمول الخافض للدرجة التي تليها تساوي 4 كومات

بدليل:

	Do	Re	Mi
	القرار	9	9
نسبة		9	9
الكوما		8	8
تردد الدرجة	256	288	324

تردد Mi عند مقدار 9 كومات = 324 تردد

	Do	Re	Mi
	القرار	9	4
نسبة		9	98
الكوما		8	93
تردد الدرجة	256	288	303

خفض Mi عند مقدار 4 كومات = 324 تردد ــ 303 تردد = **21 تردد**

	Do	Re	Mi
	القرار	9	5
نسبة		9	79
الكوما		8	74
تردد الدرجة	256	288	307

خفض Mi عند مقدار 5 كومات = 324 تردد ــ 307 تردد = **17 تردد**

متابعة :

لندرس علامة نصف بيمول أو ربع درجة كما(**تسمى**) كمثال لسلم مقام الراست:
لقد حدد أهل علم الموسيقا علامة تحويل نصف البيمول كالتالي:
نصف البيمول (خفض ربع درجة) = 6 أو 7 كوما .
و الفرق بينهما يساوي كوما واحدة و هذا خطأ لا يمكن تجاوزه.

بدليل:

	Do	Re	Mi
	القرار	9	9
نسبة		9	9
الكوما		8	8
تردد الدرجة	256	288	324

تردد Mi عند مقدار 9 كومات = 324 تردد

	Do	Re	Mi
	القرار	9	7
نسبة		9	23
الكوما		8	21
تردد الدرجة	256	288	315

خفض Mi عند مقدار 7 كومات = 324 تردد ــ 315 تردد = **9 تردد**

	Do	Re	Mi
	القراار	9	6
نسبة		9	66
الكوما		8	61
تردد الدرجة	256	288	312

خفض Mi عند مقدار 6 كومات = 324 تردد ــ 312 تردد = **12 تردد**

علامات التحويل المقترحة مع النسبة الاهتزازية لسلم 53 كوما كالتالى :

كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار	كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار
2	[illegible]	21/23	خفض	3/2 درجة 2كوما	10	[illegible]	77/76	رفع	4/1دييز
3	[illegible]	61/66	خفض	3/2 درجة 3كوما	11	[illegible]	184/189	رفع	2/1دييز
4	[illegible]	74/79	خفض	2/1درجة 5كوما	12	[illegible]	25/26	رفع	4/3دييز
5	♭	93/98	خفض	2/1درجة 4كوما	13	♯	93/98	رفع	دييز 4كوما
6	[illegible]	25/26	خفض	4/1درجة 6كوما	14	[illegible]	74/79	رفع	دييز 5كوما
7	[illegible]	184/189	خفض	4/1درجة 7كوما	15	[illegible]	61/66	رفع	دييز6كوما
8	[illegible]	76/77	خفض	9/1درجة 1كوما					

إن علامات التحويل أعلاه تمثل المقدار الحقيقي للعلامة عند التدوين **وإلا**

- كيف يستقيم أن نشير الى مقدار 6 و 7 كوما بعلامة [illegible] ولكل منهما مقدار ونسبة خاصة بها، نسبة 6 = 5/66 ونسبة 7 = 23/2 ومع ذلك ننبه الموسيقي الى أن Mi(سيكا) البيات تنخفض عن Mi(سيكا) الراست بمقدار كوما واحدة.
- كيف يستقيم أن نشير الى مقدار 4 و 5 كوما بعلامة ♭ ولكل منهما مقدار ونسبة خاصة بها. نسبة 4 = 5/98 ونسبة 5 = 5/79
- كيف يستقيم أن نشير الى مقدار 11و12 و 13 و 14 كوما بعلامة ♯ ولكل منها نسبة خاصة بها، نسبة 11 = 2/15 ونسبة 13 = 5/32
- كيف لقارئ (النوت) عند العزف أن يعرف أي مقدار تساوي مثلا
  علامة ♯ هل = 11 كوما أو 12 كوما = 13 أو = 14كوما.
  علامة ♭ هل = 4 كوما أو = 5 كوما
  علامة [illegible] هل = 6 كوما أو = 7 كوما

مسألة
10

سلالم المقامات الشرقية الشهيرة وتردداتها وفق سلم 53 كوما وتردد (La 4) =432 . منسوبة للدرجة السابقة

لتحديد مقدار تردد أي درجة في السلم :

1ـ ضرب نسبة الدرجة (وفق الجدول في المسألة 5) في تردد الدرجة ما قبلها

مثال:

	Do	Re	Mi
كوما		9	4
تردد قياسي	256	288	324
نسبة		9	98
الكوما		8	93
	256	288	303

2ـ ضرب متمم نسبة الدرجة (وفق الجدول في المسألة 5) في تردد الدرجة القياسي. في حالة علامة الخفض .

مثال:

	Do	Re	Mi
كوما		9	4
تردد قياسي	256	288	324
نسبة			74
الكوما			79
	256	288	303

.

سلم مقام العجم (السلم القياسي) سلم فيثاغورث

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	القرار	9	9	4	9	9	9	4
تردد قياسي	256	288	324	341	384	432	486	512
نسبة		9	9	98	9	9	9	98
الكوما		8	8	93	8	8	8	93
	256	288	324	341	384	432	486	512
علامة التحويل								

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

نسبة				74				74
الكوما				79				79
	256	288	303	341	384	410	486	512

سلم مقام النـهوند

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	القرار	9	4	9	9	5	13	4
تردد قياسي	256	288	324	341	384	432	486	512
نسبة		9	98	9	9	79	32	98
الكوما		8	93	8	8	74	27	93
	256	288	303	341	384	410	486	512
علامة التحويل			♭			♭		

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

نسبة			*74*			*93*		
الكوما			79			98		
	256	288	303	341	384	410	486	512

سلم مقام الراست

	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
كوما	الركوز	9	7	6	9	9	7	6
تردد قياسي	256	288	324	341	384	432	486	512
نسبة		9	23	66	9	9	23	66
الكوما		8	21	61	8	8	21	61
	256	288	315	341	384	432	473	512
علامة التحويل			𝄳				𝄳	

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنينى(الفاضل)

نسبة			*184*				*184*	
الكوما			189				189	
	256	288	315	341	384	432	473	512

سلم مقام الكرد

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	الركوز	4	9	9	9	4	9	9
تردد قياسي	288	324	341	384	432	486	512	576
نسبة		98	9	9	9	98	9	9
الكوما		93	8	8	8	93	8	8
	288	303	341	384	432	455	512	576
علامة التحويل		♭				♭		

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

نسبة		*74*				*74*		
الكوما		79				79		
	288	303	341	384	432	455	512	576

سلم مقام البيات

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	6	7	9	9	4	9	9
تردد قياسي	288	324	341	384	432	486	512	576
نسبة		66	23	9	9	98	9	9
الكوما		61	21	8	8	93	8	8
	288	312	341	384	432	455	512	576
علامة التحويل		𝄳				♭		

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

نسبة		*25*				*74*		
الكوما		26				79		
	288	312	341	384	432	455	512	576

سلم مقام الحجاز

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	5	13	4	9	7	6	9
تردد قياسي	288	324	341	384	432	486	512	576
نسبة		79	32	98	9	23	66	9
الكوما		74	27	93	8	21	61	8
	288	307	364	384	432	473	512	576
علامة التحويل		♭	♯			𝄳		

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

نسبة		*93*	*16*			*184*		
الكوما		98	15			189		
	288	307	364	384	432	473	512	576

سلم مقام الصبا

	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
كوما	القرار	6	7	5	13	4	9	9
تردد قياسي	288	324	341	384	432	486	512	576
نسبة		66	23	79	32	98	9	9
الكوما		61	21	74	27	93	8	8
	288	312	341	364	432	455	512	576
علامة التحويل		𝄳		♭		♭		

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنيني(الفاضل)

			نسبة		*25*	*74*		
الكوما		26		98		79		
	288	312	341	364	432	455	512	576

سلم مقام السيكا

	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
كوما	القرار	6	9	9	7	6	9	7
	324	341	384	432	486	512	576	576
نسبة	23	66	9	9	23	66	9	23
الكوما	21	61	8	8	21	61	8	21
Re 288	315	341	384	432	473	512	576	630
علامة التحويل	𝄳				𝄳			

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنينى(الفاضل)

نسبة	*184*				*184*			
الكوما	189				189			
Re 288	315	341	384	432	473	512	576	630

سلم مقام الهزام

	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
كوما	القرار	6	9	5	13	4	9	7
تردد قياسي	324	341	384	432	486	512	576	648
نسبة	23	66	9	79	32	98	9	23
الكوما	21	61	8	74	27	93	8	21
Re 288	315	341	384	410	486	512	576	630
علامة التحويل	𝄳			♭				𝄳

متمم نسبة الدرجة من البعد الطنينى(الفاضل)

نسبة	*184*			*93*				*184*
الكوما	189			98				189
Re 288	315	341	384	410	486	512	576	630

مسألة
11
التكامل الطبيعي للمقامات

لقد سيطر على تفكيري وألح علي سؤال كبير حاولت جاهدا أن أتخطاه لكن دون جدوى وهو:
ــ هل يمكن تكوين مقام ما تراكميا وبالحس الذوقي لشعب ما وبدون تعليل علمي.
ــ ما هي الأسس التي قامت عليها تلك المقامات من ناحية انسجام وتآلف جنس المقام الأول مع جنس المقام الثاني.
ــ هل خضعت تلك المقامات للتفسير الطبيعي والعلمي أم للذائقة الجمالية.
ولقد بحثت في كتب تراث الموسيقا ربما أجد جواباً لذلك السؤال سوى بعض أنواع الجنس (البعد بالأربع) وبعض أنواع الجنس(البعد بالخمس) رتبت في مقام أطلق عليها أسماء تعريفية من أصول فارسية وتركية.
أما في كتاب الأدوار (**<u>الأرموي</u>**) فقد عدد سبع أجناس (ذي الأربع) واثنى عشر جنسا (ذي الخمس)، وأضاف (ذي الخمس) الى (ذي الأربع) كل الى نوعه وغير نوعه، وهذا ما أسماه بالأدوار (المقامات).

<u>فكرة التكامل</u>

بما أن الصوت موجود في الطبيعة وكل شئ موجود فيها مكون من مادة خاصة به تتشكل منها ماهيته الخاصة (بالتكاثر ــ بالتوالدــ باللإنتماء).
فهل من الممكن أن تتكامل المقامات الشرقية وتتآلف أجناسها طبيعيا دون تدخل الذائقة البشرية؟. و كما يسمونها (فروع ــ فصيلة ــ عشيرة).

محاولة

لقد توصلت إلى طريقة لتكامل المقامات الشرقية وما يليق بها من الأجناس طبيعيا.
وسنطبق تلك الطريقة على سلم 53 كوما بالاعتماد على :
ـ عدد كومات الجنس(البعد بالأربع) = 22 كوما.
ـ عدد كومات العقد (البعد بالخمس) = 31 كوما.
ـ سيكون دوران دائرة سلم المقام من الدرجة الثانية في كل دورة.
ص = الصف ع = العامود

سلم مقام البيات

											جنس
Re	Mi		1	2	3	4	5	6	7		تكامل
6	7	53	6	7	9	9	4	9	9	1	
		53	10	4	8		6	10	6	2	1
Fa	Sol		Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi		
9	9	53	9	9	4	9	9	6	7	3	
		53	5	13	4		10	4	8	4	2
La	Si		La	Si	Do	Re	Mi	Fa	Sol		
4	9	53	4	9	9	6	7	9	9	5	
		53	10	7	5		4	10	8	6	3
Do	Re		Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si		
9	6	53	9	6	7	9	9	4	9	7	
		53	8	6	8		9	5	8	8	4
Mi	Fa		Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re		
7	9	53	7	9	9	4	9	9	6	9	
		51	7	13	2		5	9	8	10	5
Sol	La		Sol	La	Si	Do	Re	Mi	Fa		
9	4	53	9	4	9	9	6	7	9	11	
		53	10	4	8		9	8	5	12	6
Si	Do		Si	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La		
9	9	53	9	9	6	7	9	9	4	13	
6	7										
9	9	53	5	13	4		7	7	8	14	7
4											

تطبيق على سلم مقام البيات

حالة مجموع الدرجتين = 13 و15 مثال جنس تكامل رقم 1

الجنس الأول:
1- نضع في الخلية (ص2 ع1) ناتج 23-(ع1+ع2)ص1= 23-(6+7) = 10
2- نضع في الخلية (ص2 ع2) ناتج 22-(ع3+ع4)ص1= 22-(9+9) = 4
3- نضع في الخلية (ص2 ع3) ناتج 22-(ع1+ع2)ص2= 22-(10+4) = 8
الجنس الثاني:
1- نضع في الخلية (ص2 ع5) ناتج 22-(ع2+ع3)ص1= 22-(9+7) = 6
2- نضع في الخلية (ص2 ع6) ناتج 23-(ع4+ع5)ص1= 23-(9+4) = 10
3- نضع في الخلية (ص2 ع7) ناتج 22-(ع5+ع6)ص2= 22-(6+10) = 6

حالة باقي مجاميع الدرجتين مثال جنس تكامل 2

الجنس الأول:
1- نضع في الخلية (ص4 ع1) ناتج 23-(ع1+ع2)ص3= 23-(9+9) = 5
2- نضع في الخلية (ص4 ع2) ناتج 26-(ع3+ع4)ص3= 26-(4+9) = 13
3- نضع في الخلية (ص4 ع3) ناتج 22-(ع2+ع3)ص4= 22-(13+5) = 4

الجنس الثاني:
1- نضع في الخلية (ص4 ع5) ناتج 23-(ع2+ع3)ص3= 23-(9+4) = 10
2- نضع في الخلية (ص4 ع6) ناتج 22-(ع4+ع5)ص3= 22-(9+9) = 4
3- نضع في الخلية (ص4 ع7) ناتج 22-(ع5+ع6)ص4= 22-(10+4) = 8

خلاصة الطريقة
حالة مجموع الدرجتين = 13 و15كوما

الجنس الأول: من اليسار الى اليمين
1-ناتج الدرجة الأولى = طرح 23 من مجموع الدرجتين
2-ناتج الدرجة الثانية = طرح 22 من مجموع الدرجتين
3-ناتج الدرجة الثالثة = طرح 22 من ناتج الدرجة الأولى + ناتج الدرجة الثانية

الجنس الثاني: من اليسار الى اليمين
1-ناتج الدرجة الأولى = طرح 22 من مجموع الدرجتين
2-ناتج الدرجة الثانية = طرح 23 من مجموع الدرجتين
3-ناتج الدرجة الثالثة = طرح 22 من ناتج الدرجة الأولى + ناتج الدرجة الثانية

حالة باقى مجاميع الدرجتين بالكوما

الجنس الأول: من اليسار الى اليمين

1ـناتج الدرجة الأولى = طرح 23 من مجموع الدرجتين

2ـناتج الدرجة الثانية = طرح 26 من مجموع الدرجتين

3ـناتج الدرجة الثالثة = طرح 22 من ناتج الدرجة الأولى + ناتج الدرجة الثانية

الجنس الثانى: من اليسار الى اليمين

1ـناتج الدرجة الأولى = طرح 23 من مجموع الدرجتين

2ـناتج الدرجة الثانية = طرح 22 من مجموع الدرجتين

3ـناتج الدرجة الثالثة = طرح 22 من ناتج الدرجة الأولى + ناتج الدرجة الثانية

في حال عدم ترتيب كوما (10كوما وما فوق)فى الدرجة الثانية من الجنس.
يجرى ترتيبها فى الدرجة الثانية من الجنس.

نتائج تطبيق الطريقة أعلاه على سلم المقامات الشهيرة

بموجب علامات التحويل المقترحة مع النسبة الاهتزازية لسلم 53 كوما كالتالي :

كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار	كوما	العلامة	النسبة	الوظيفة	المقدار
2		21/23	خفض	3/2 درجة 2كوما	10		76/77	رفع	4/1دييز
3		61/66	خفض	3/2 درجة 3كوما	11		184/189	رفع	2/1دييز
4		74/79	خفض	2/1درجة 5كوما	12		25/26	رفع	4/3دييز
5		93/98	خفض	2/1درجة 4كوما	13		93/98	رفع	دييز 4كوما
6		25/26	خفض	4/1درجة 6كوما	14		74/79	رفع	دييز 5كوما
7		184/189	خفض	4/1درجة 7كوما	15		61/66	رفع	دييز6كوما
8		76/77	خفض	9/1درجة 1كوما					

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
1	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	6	10	6	9
	288	312	341	384	415	473	512	576
		𝄳			𝄳	𝄳		
نسبة علامة التحول		26/25			26/25	189/184		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
2	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	4	10	8	9
	288	312	341	384	405	461	512	576
		𝄳			♭	♭		
نسبة علامة التحول		26/25			74/79	98/93		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
3	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	9	5	8	9
	288	312	341	384	432	461	512	576
		𝄳				♭		
نسبة علامة التحول		26/25				98/93		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
4	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	5	9	8	9
	288	312	341	384	410	461	512	576
		𝄳			♭	♭		
نسبة علامة التحول		26/25			93/98	98/93		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
5	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	9	8	5	9
	288	312	341	384	432	480	512	576
		𝄳				𝄳		
نسبة علامة التحويل		26/25				77/76		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
6	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	7	10	5	9
	288	312	341	384	420	479	512	576
		𝄳			𝄳	𝄳		
نسبة علامة التحويل		25/26			184/189	76/77		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
7	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	5	13	4	9
	288	312	341	384	410	486	512	576
		𝄳			♭			
نسبة علامة التحويل		25/26			98/93			

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
8	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	9	8	6	8	9
	288	312	341	384	427	461	512	576
نسبة علامة التحويل		𝄳			𝄳	♭		
نسبة علامة التحويل		25/26			76/77	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام البيات

بيات	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
9	288	324	341	384	432	486	512	576
52		6	7	9	7	13	2	8
	288	312	341	364	420	498	512	576
		𝄳			𝄳	𝄲		
نسبة علامة التحويل		25/26			184/189	189/184		

الجنس المكمل لجنس مقام الكرد

كرد	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
1	288	324	341	384	432	486	512	576
53		4	9	9	4	10	8	9
	288	303	341	384	405	461	512	576
		♭			♭	♭		
نسبة علامة التحويل		74/79			74/79	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الكرد

كرد	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
2	288	324	341	384	432	486	512	576
53		4	9	9	9	5	8	9
	288	303	341	384	432	461	512	576
		♭				♭		
نسبة علامة التحويل		74/79				93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الكرد

كرد	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
3	288	324	341	384	432	486	512	576
53		4	9	9	5	9	8	9
	288	303	341	384	410	461	512	576
		♭			♭	♭		
نسبة علامة التحويل		74/79			93/98	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الكرد

كرد	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
4	288	324	341	384	432	486	512	576
53		4	9	9	9	10	3	9
	288	303	341	384	432	492	512	576
		𝄳				𝄲		
نسبة علامة التحول		74/79				76/77		

الجنس المكمل لجنس مقام الكرد

كرد	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
5	288	324	341	384	432	486	512	576
53		4	9	9	5	13	4	9
	288	303	341	384	410	486	512	576
		𝄳			♭			
نسبة علامة التحول		74/79			93/98			

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
1	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	6	10	6	9
	288	307	364	384	415	473	512	576
		♭	♯		𝄳	𝄳		
نسبة علامة التحول		93/98	79/74		25/26	184/189		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
2	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	6	8	8	9
	288	307	364	384	415	461	512	576
		♭	♯		𝄳	♭		
نسبة علامة التحول		93/98	79/74		25/26	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
3	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	7	10	5	9
	288	307	364	384	420	479	512	576
		♭	♯		𝄳	𝄳		
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		184/189	76/77		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
4	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	5	9	8	9
	288	307	364	384	410	461	512	576
		♭	♯		♭	♭		
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		93/98	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
5	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	9	10	3	9
	288	307	364	384	432	492	512	576
		♭	♯			𝄲		
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74			77/76		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
6	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	8	10	4	9
	288	307	364	384	427	486	512	576
		♭	♯		𝄳			
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		76/77			

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
7	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	8	6	8	9
	288	307	364	384	426	461	512	576
		♭	♯		♭	♭		
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		76/77	93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
8	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	5	13	4	9
	288	307	364	384	410	486	512	576
		♭	♯		♭			
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		93/98			

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
9	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	9	9	4	9
	288	307	364	384	432	486	512	576
		♭	♯					
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74					

الجنس المكمل لجنس مقام الحجاز

حجاز	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
10	288	324	341	384	432	486	512	576
53		5	13	4	7	11	4	9
	288	307	364	384	420	486	512	576
		♭	♯		♭			
نسبة علامة التحويل		93/98	79/74		184/189			

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
1	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	6	10	6
	288	312	341	364	432	467	532	576
نسبة علامة التحول		25/26		98/93		25/26	26/25	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
2	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	6	12	4
	288	312	341	364	432	467	546	576
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		25/26	79/74	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
3	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	5	10	7
	288	312	341	364	432	461	526	576
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		93/98	189/184	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
4	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	9	5	8
	288	312	341	364	432	486	518	576
نسبة علامة التحول		25/26		93/98			77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
5	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	4	10	8
	288	312	341	364	432	455	518	576
		𝄳		♭		♭	𝄲	
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		74/79	77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
6	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	7	10	5
	288	312	341	364	432	473	539	576
		𝄳		♭		𝄳	♯	
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		184/189	98/93	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
7	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	8	10	4
	288	312	341	364	432	480	546	576
		𝄳		♭		𝄳	♯	
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		76/77	79/74	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
8	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	5	13	4
	288	312	341	364	432	461	546	576
		𝄳		♭		♭	♯	
نسبة علامة التحول		25/26		93/98		93/98	79/74	

الجنس المكمل لجنس مقام الصبا

صبا	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re
9	288	324	341	384	432	486	512	576
53		6	7	5	13	6	8	8
	288	312	341	364	432	467	519	576
		𝄳		♭		𝄳	𝄲	
نسبة علامة التحويل		25/26		93/98		25/26	77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام العجم

عجم	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
1	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	9	4	9	4	10	8
	256	288	324	341	384	405	461	512
						♭	♭	
نسبة علامة التحويل						74/79	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام العجم

عجم	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
2	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	9	4	9	5	13	4
	256	288	324	341	384	410	486	512
						♭		
نسبة علامة التحويل						93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام العجم

عجم	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
3	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	9	4	9	9	10	3
	256	288	324	341	384	432	492	512
							𝄲	
نسبة علامة التحويل							77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام العجم

عجم	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
4	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	9	4	9	9	5	8
	256	288	324	341	384	432	461	512
							♭	
نسبة علامة التحويل							93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام العجم

عجم	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
5	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	9	4	9	5	9	8
	256	288	324	341	384	410	461	512
						♭	♭	
نسبة علامة التحويل						93/98	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
1	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	4	10	8
	256	288	315	341	384	405	461	512
			♭			♭	♭	
نسبة علامة التحويل			184/189			74/79	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
2	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	9	6	7
	256	288	315	341	384	432	467	512
			♭				♭	
نسبة علامة التحويل			184/189				25/26	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
3	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	6	7	9
	256	288	315	341	384	415	455	512
نسبة علامة التحول			184/189			25/26	74/79	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
4	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	7	7	8
	256	288	315	341	384	420	461	512
نسبة علامة التحول			184/189			184/189	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
5	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	7	10	5
	256	288	315	341	384	420	479	512
نسبة علامة التحول			184/189			184/189	76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
6	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	7	11	4
	256	288	315	341	384	420	486	512
نسبة علامة التحول			184/189			184/189		

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
7	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	8	6	8
	256	288	315	341	384	426	461	512
			𝄳			𝄳	♭	
نسبة علامة التحويل			184/189			76/77	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
8	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	7	9	6
	256	288	315	341	384	420	473	512
			𝄳			𝄳	𝄳	
نسبة علامة التحويل			184/189			184/189	184/189	

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
9	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	5	13	4
	256	288	315	341	384	410	486	512
			𝄳			♭		
نسبة علامة التحويل			184/189			93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام الراست

راست	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
10	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	7	6	9	6	10	6
	256	288	315	341	384	415	473	512
			𝄳			𝄳	𝄳	
نسبة علامة التحويل			184/189			25/26	184/189	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
1	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	9	9	4
	256	288	303	341	384	432	486	512
			♭					
نسبة علامة التحول			74/79					

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
2	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	9	5	8
	256	288	303	341	384	432	461	512
			♭				♭	
نسبة علامة التحول			74/79				93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
3	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	6	9	7
	256	288	303	341	384	415	467	512
			♭			♭	♭	
نسبة علامة التحول			74/79			25/26	25/26	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
4	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	4	13	5
	256	288	303	341	384	405	480	512
			♭			♭	♭	
نسبة علامة التحول			74/79			74/79	76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
5	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	5	9	8
	256	288	303	341	384	410	461	512
			𝄳			♭	♭	
نسبة علامة التحول			74/79			93/98	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
6	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	9	10	3
	256	288	303	341	384	432	492	512
			𝄳				𝄲	
نسبة علامة التحول			74/79				77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
7	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	4	10	8
	256	288	303	341	384	405	461	512
			𝄳			𝄳	♭	
نسبة علامة التحول			74/79			74/79	93/98	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
8	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	5	8	9
	256	288	303	341	384	410	455	512
			𝄳			♭	𝄳	
نسبة علامة التحول			74/79			93/98	74/79	

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
9	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	5	13	4
	256	288	303	341	384	410	486	512
			♭			♭		
نسبة علامة التحويل		74/79				93/98		

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
10	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	8	10	4
	256	288	303	341	384	427	486	512
			♭			♭		
نسبة علامة التحويل		74/79				76/77		

الجنس المكمل لجنس مقام النهوند

نهوند	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
11	25	288	324	341	384	432	486	512
53		9	4	9	9	6	13	3
	256	288	303	341	384	415	492	512
			♭			♭	♯	
نسبة علامة التحويل		74/79				25/26	77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
1	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	4	10	8
	315	341	384	432	473	498	568	630
	♭				♭	♭	♭	
نسبة 184/189					184/189	184/189	76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
2	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	6	10	6
	315	341	384	432	473	512	583	630
	♭				♭		♯	
نسبة 184/189					184/189		77/76	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
3	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	6	8	8
	315	341	384	432	473	512	568	630
	♭				♭		♭	
نسبة 184/189					184/189		76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
4	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	7	7	8
	315	341	384	432	473	518	568	630
	♭				♭	♯	♭	
نسبة 184/189					184/189	77/76	76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
5	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	8	6	8
	315	341	384	432	473	526	568	630
	♭				♭	♯	♭	
نسبة 184/189					184/189	189/184	76/77	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
6	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	7	11	4
	315	341	384	432	473	518	599	630
نسبة 184/189					184/189	77/76	26/25	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
7	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	8	9	5
	315	341	384	432	473	526	591	630
نسبة 184/189					184/189	189/184	189/184	

الجنس المكمل لجنس مقام السيكا

سيكا	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
8	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	7	5	13	4
	315	341	384	432	473	505	599	630
نسبة 184/189					184/189	76/77	26/25	

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
1	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	7	10	5	9	7
	315	341	384	420	479	512	576	630
	𝄳			𝄳	𝄬			
نسبة 184/189				184/189	76/77			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
2	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	9	4	9	7
	315	341	384	432	486	512	576	630
	𝄳							
نسبة 184/189								

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
3	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	6	10	6	9	7
	315	341	384	415	473	512	576	630
	𝄳			𝄳	𝄳			
نسبة 184/189				184/189	184/189			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
4	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	7	7	8	9	7
	315	341	384	420	461	512	576	630
	𝄳			𝄳	♭			
نسبة 184/189				184/189	93/98			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
5	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	8	8	6	9	7
	315	341	384	425	473	512	576	630
	𝄳			𝄬	𝄳			
نسبة 184/189				76/77	184/189			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
6	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	8	10	4	9	7
	315	341	384	425	486	512	576	630
	𝄳			𝄳				
نسبة 184/189				76/77				

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
7	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	5	12	5	9	7
	315	341	384	410	479	512	576	630
	𝄳			♭	𝄳			
نسبة 184/189				93/98	76/77			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
8	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	9	5	8	9	7
	315	341	384	432	461	512	576	630
	𝄳				♭			
نسبة 184/189					93/98			

الجنس المكمل لجنس مقام الهزام

هزام	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Re	Mi
9	324	341	384	432	486	512	576	648
53		6	9	6	8	8	9	7
	315	341	384	415	461	512	576	630
	𝄳			𝄳	♭			
نسبة 184/189				25/26	93/98			

يمكن للموسيقيين تجربة هذه المكملات لسلالم المقامات الشهيرة واعتمادها في حال نالت استحسان الذائقة الموسيقية

حلب في 15/9/2021